



Pipa *fiberglass* bertekanan rendah

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Klasifikasi dan konstruksi.....	3
5 Syarat mutu	7
6 Pengambilan contoh	13
7 Metode uji	14
8 Syarat lulus uji	23
9 Penandaan	23
Lampiran A	24
Bibliografi	25

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) Pipa *fiberglass* bertekanan rendah ini merupakan revisi dari SNI 06-6785-2002, tentang *Spesifikasi pipa resin termoseting bertekanan berpenguat fiberglass*.

Revisi dilakukan karena:

1. SNI 06-6785-2002 sudah berusia lebih dari 5 tahun sejak di terbitkan.
2. Diperlukan perubahan pada persyaratan mutu pipa resin termoseting yang meliputi dua kategori yaitu RTRP (*Reinforced Thermosetting Resin Pipe*) dan RPMP (*Reinforced Plastics Mortar Pipe*).
3. Penyesuaian dengan tata cara penulisan SNI.

SNI ini merupakan adopsi modifikasi dengan metode terjemahan dari ASTM D 3517: *Standard Specification for "fiberglass" (Glass-Fiber Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe*.

Modifikasi yang dilakukan terhadap ASTM D 3517 adalah sebagai berikut:

1. Satuan ukuran yang digunakan adalah satuan International.
2. Butir-butir yang bersifat informatif tidak diterjemahkan lagi.
3. Ruang lingkup, acuan normatif dan perubahan teknis lainnya dijelaskan di dalam Lampiran A.

Apabila ada perbedaan pengertian dalam terjemahan ini maka pengguna SNI dianjurkan untuk menggunakan pengertian dan istilah sesuai dengan ASTM D 3517.

Maksud dan tujuan penyusunan standar ini adalah sebagai acuan sehingga pipa resin termoseting yang meliputi dua kategori yaitu RTRP (*Reinforced Thermosetting Resin Pipe*) dan RPMP (*Reinforced Plastics Mortar Pipe*) yang diproduksi dan beredar di pasaran dapat terjamin mutunya.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 83-01, Industri Karet dan Plastik dan telah dibahas dalam rapat Konsensus Nasional pada tanggal 27 Januari 2010 di Jakarta. Hadir dalam rapat tersebut wakil-wakil dari konsumen, produsen, pakar, laboratorium uji dan instansi terkait lainnya. SNI ini juga telah melalui konsensus nasional yaitu jajak pendapat pada tanggal 6 April 2010 s.d 6 Juni 2010 dan langsung disetujui menjadi Rancangan Akhir SNI (RASNI) untuk ditetapkan menjadi SNI.

Pipa *fiberglass* bertekanan rendah

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan spesifikasi teknis dan cara uji pipa *fiberglass* tipe jalinan filamen untuk saluran fluida dengan ukuran 0.5 inch (15 mm) hingga 144 inch (3 600 mm), untuk tekanan operasi hingga 250 psi (1,72 MPa) dan digunakan pada jaringan pipa di bawah atau di atas permukaan tanah. Pipa yang dimaksud dalam standar ini berupa Pipa Resin Termoseting Berpenguat (*Reinforced Thermosetting Resin Pipe/RTRP*) dan Pipa Mortar Polimer Berpenguat (*Reinforced Polymer Mortar Pipe/RPMP*).

2 Acuan normatif

ASTM D 3517 - *Standard Specification for "fiberglass" (Glass-Fiber Reinforced Thermosetting-Resin) Pressure Pipe.*

ASTM D 638 – *Test for Tensile Properties of Plastics.*

ASTM D 2290 – *Test for Apparent Tensile Strength of Ring or Tubular Plastics by Split Disk Method.*

ASTM D 2996 – *Filament-Wound "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe.*

ASTM D 2412 – *Test for External Loading Properties of Plastics Pipe by Parallel Plate Loading.*

ASTM D 2992 – *Practice for Obtaining Hydrostatics or Pressure Design Basis for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Pipe and Fittings.*

ASTM D 3567 – *Practice for Determining Dimensions of "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting Resin) Pipe and Fittings.*

ASTM 2310 – *Standard Classification for Machine – Made "Fiberglass" (Glass – fiber – Reinforced Thermosetting – Resin).*

3 Istilah dan definisi

3.1

pipa fiberglass

produk tabung berisi hamparan penguat fiberglass pada atau dikelilingi oleh resin termoseting yang sudah matang. Struktur komposit dapat terdiri dari agregat, butiran (granular) atau pengisi platelet, bahan pengental (*thixotropic*), pigmen atau bahan pencelup dan lain-lain. Termasuk di dalamnya lapisan dalam dari bahan termoseting atau termoplastik atau berupa lapisan luar

3.2

pipa mortar polimer berpenguat (*Reinforced polymer mortar pipe/RPMP*)

pipa fiberglass dengan agregat

3.3

pipa resin termoseting berpenguat (*Reinforced thermosetting resin pipe/ RTRP*)

pipa fiberglass tanpa agregat

3.4**lapisan dalam**

lapisan resin dengan atau tanpa bahan pengisi, dengan atau tanpa penguat, atau keduanya yang membentuk permukaan dalam pipa

3.5**penggulungan filamen (*filament winding*)**

proses untuk membuat tabung, dengan gulungan benang fiberglas yang kontinyu atau anyaman pita yang dijenuhkan dengan cairan resin atau pengolesan dengan pematangan resin secara terpisah, jika perlu dilakukan pemanasan terhadap polimerisasi sistem resin, pada diameter luar cetakan/mandrel di dalam suatu penentuan awal pola di bawah kendali tarikan, diameter dalam pipa ditetapkan melalui diameter luar cetakan dan diameter luar pipa ditentukan melalui jumlah bahan yang dianyamkan pada cetakan

3.6**lapisan luar**

lapisan resin dengan atau tanpa bahan pengisi, dengan atau tanpa penguat, atau keduanya yang digunakan pada permukaan luar dari struktur dinding pipa

3.7**sambungan fleksibel**

sambungan yang mampu menyesuaikan pergeseran aksial atau perputaran angular, atau keduanya

3.8**sambungan kaku**

sambungan yang tidak mampu menyesuaikan pergeseran aksial atau perputaran angular, atau keduanya

3.9**agregat**

pasir silika yang memenuhi persyaratan spesifikasi sesuai dengan ASTM C 33, kecuali persyaratan gradasi tidak digunakan

3.10**uji kualifikasi**

pengujian untuk membuktikan suatu desain produk

3.11**diameter nominal**

ukuran diameter dalam pipa

3.12**tebal dinding berpenguat**

tebal total dinding pipa dikurangi tebal lapisan dalam dan tebal lapisan luar

3.13**tebal nominal**

tebal yang ditentukan oleh pembuat dan dipublikasikan kepada pembeli.

3.14**kekakuan pipa (*pipe stiffness*)**

nilai yang ditentukan dari pembagian gaya per satuan panjang dari benda uji dikalikan hasil defleksi dalam satuan yang sama dan dinyatakan dalam persentase defleksi

4 Klasifikasi dan konstruksi

4.1 Klasifikasi

4.1.1 Klasifikasi umum

Secara umum pipa harus memenuhi spesifikasi yang diklasifikasikan melalui tipe, tingkat (*grade*), kelas, dan dasar rancang tekan air (*Hydrostatic Design Basis/HDB*) melalui sistem klasifikasi sel (*ASTM D 2310*) yang ditentukan dari sifat mekanik pipa. Klasifikasi pipa dalam standar ini diatur sebagai berikut:

- A. Berdasarkan Tipe :
- Tipe 1: Pipa Jalinan filamen;
 - Tipe 2: Pipa tuang sentrifugal;
 - Tipe 3: Pipa laminasi dengan tekanan.

CATATAN 1 : Standar ini hanya mengatur pipa untuk tipe 1.

- B. Berdasarkan Tingkat :
- Tingkat 1: Pipa fiberglass berpenguat resin epoksi.
 - Tingkat 2: Pipa fiberglass berpenguat resin poliester.
 - Tingkat 3: Pipa fiberglass berpenguat resin fenolik.
 - Tingkat 7: Pipa fiberglass berpenguat resin furan.
 - Tingkat 8: Pipa fiberglass berpenguat mortar resin epoksi.
 - Tingkat 9: Pipa fiberglass berpenguat mortar resin poliester.

- C. Berdasarkan Kelas :
- Kelas A – Tanpa lapisan dalam.
 - Kelas B – Lapisan dalam resin poliester (bukan penguat).
 - Kelas C – Lapisan dalam resin epoksi (bukan penguat).
 - Kelas D – Lapisan dalam resin poliester (penguat).
 - Kelas F – Lapisan dalam resin epoksi (penguat).
 - Kelas G – Lapisan dalam resin fenolik (penguat).
 - Kelas H – Lapisan dalam resin termoplastik (khusus).
 - Kelas I – Lapisan dalam resin furan (penguat).

CATATAN 3: Standar ini tidak mengatur pipa kelas G.

Klasifikasi perancangan pipa ditentukan dengan kode yang memuat singkatan RTRP/RPMP yang diikuti dengan tipe, tingkat, kelas, dan HDB siklik atau statik.

Contoh : RTRP 11FA1-1334

1	1	F	A	1	-	1	3	3	4
								nilai faktor kekakuan	
								modulus tarik arah memanjang	
								kuat tarik arah memanjang	
								tegangan pecah (hidrostatik) jangka pendek	
								kekuatan tekanan siklik (tegangan melintang/ <i>hoop stress</i>)	
								tanpa lapisan dalam	
								lapisan dalam berpenguat resin epoksi	
								pipa fiberglass berpenguat resin epoksi	
								jalinan filamen	

4.1.2 Klasifikasi khusus

Pipa fiberglass harus memenuhi spesifikasi yang diklasifikasikan secara khusus terdiri dari tipe, lapisan, tingkat, kelas tekanan dan sifat mekanik sesuai Tabel 1.

Tabel 1 – Persyaratan khusus rancangan pipa fiberglass bertekanan

Urutan desain	Karakteristik	Batas Sel (cell)			
		1	2	3	4
1	Tipe	Fiberglass yang penguat resin poliester termoseting mortar (<i>RPMP polyester</i>)	Fiberglass yang penguat resin poliester termoseting (<i>RTRP polyester</i>)	Fiberglass yang penguat resin epoksi termoseting mortar (<i>RPMP epoxy</i>)	Fiberglass yang penguat resin epoksi termoseting (<i>RTRP epoxy</i>)
2	Lapisan dalam	1 lapisan termoseting berpenguat	2 lapisan termoseting tidak berpenguat	3 lapisan termoplastik	4 tanpa lapisan

Tabel 1 – (Lanjutan)

Urutan desain	Karakteristik	Batas Sel (cell)			
		1	2	3	4
3	Tingkat	lapisan permukaan resin poliester —berpenguat	lapisan permukaan resin poliester — tidak berpenguat	lapisan permukaan resin poliester dan pasir tidak berpenguat	lapisan permukaan resin epoksi — berpenguat
				5 lapisan permukaan resin epoksi — tidak berpenguat	6 tanpa lapisan permukaan
4	Kelas tekanan	1 C50 5 C150 9 C250	2 C75 6 C175	3 C100 7 C200	4 C125 8 C225
5	Kekakuan pipa psi (kPa)	A 9 (62)	B 18 (124)	C 36 (248)	D 72 (496)

4.2 Konstruksi

4.2.1 Material

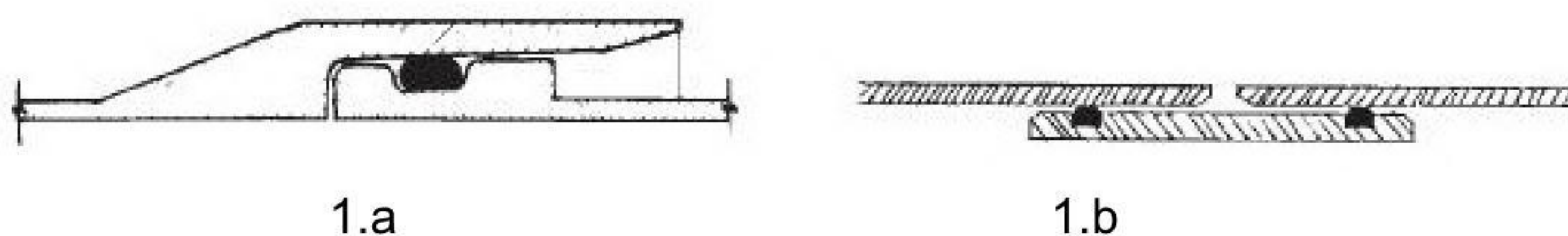
Resin, penguat, pewarna, bahan pengisi, dan bahan lainnya ketika dipadukan sebagai suatu struktur komposit harus menghasilkan pipa yang memenuhi syarat unjuk kerja sesuai dengan spesifikasi dalam standar ini.

4.2.2 Sambungan pipa

Sambungan pipa yang digunakan harus memiliki sistem sambungan yang dapat menahan tekanan cairan sesuai dengan kondisi persyaratan yang diinginkan. Jenis sambungannya dapat berbentuk terikat atau tidak terikat dan fleksibel atau kaku dengan persyaratan khusus dari desain dan konfigurasi.

4.2.2.1 Sambungan tidak terikat adalah jenis sambungan pipa yang mampu menahan tekanan internal tetapi tidak mampu menahan beban tegangan longitudinal.

4.2.2.1.1 Sambungan kopling atau *bell* dan *spigot gasket*, dengan alur baik pada *spigot* atau pada *bell* untuk menyimpan perapat elastomer yang berfungsi menahan tekanan cairan (lihat Gambar 1).



Keterangan:

1.a: *bell* dan *spigot*;

1.b: soket.

Gambar 1 – Jenis sambungan

4.2.2.1.2 Sambungan kopling mekanik dengan perapat elastomer (gasket).

4.2.2.1.3 *Butt joint* dengan lapisan atas yang dilaminasi.

4.2.2.1.4 Sambungan dua flensa yang tidak terpisahkan dan flensa lepas (*loose flange*).

4.2.2.2 Sambungan terikat, sambungan pipa yang mampu menahan tekanan internal dan beban tegangan longitudinal.

4.2.2.2.1 Sambungan sejenis dengan subpasal 4.2.2.1.1 dengan tambahan elemen penahan.

4.2.2.2.2 *Butt joint* dengan lapisan yang dilaminasi.

4.2.2.2.3 *Bell* dan *spigot* dengan lapisan atas yang dilaminasi.

4.2.2.2.4 Sambungan *bell* dan *spigot* berperekat.

Tiga jenis sambungan berperekat diperbolehkan dalam standar ini, yaitu:

1. *Bell* dan *spigot* yang menyempit, sambungan berperekat yang dibuat dengan celah yang menyempit untuk digunakan bersama dengan *spigot* yang menyempit dan perekat yang sesuai.
2. *Bell* dan *spigot* yang lurus, sambungan berperekat yang dibuat dengan celah yang tidak menyempit untuk digunakan bersama dengan *spigot* yang tidak menyempit dan perekat yang sesuai.
3. *Bell* yang menyempit dan *spigot* lurus, sambungan berperekat yang dibuat dengan celah yang menyempit untuk digunakan bersama dengan *spigot* yang tidak menyempit dan perekat yang sesuai.

4.2.2.2.5 Sambungan flensa, adalah sambungan yang salah satu dari kedua ujung pipa tidak terpisahkan dari flensa lepas.

4.2.2.2.6 Kopling mekanis, kopling gasket dengan elemen pengikat tambahan.

4.2.2.2.7 Sambungan ulir.

CATATAN 1 – Jenis sambungan lainnya dapat ditambahkan sesuai dengan perkembangan.

CATATAN 2 – *Butt joint* biasanya meningkatkan beban kerja pipa menjadi lebih besar dari tekanan yang dialami pada sambungan tidak terikat.

5 Syarat mutu

5.1 Umum

5.1.1 Sifat tampak

Pipa harus lurus, bagian luar dan bagian dalam harus bulat, bebas cacat, termasuk cacat penandaan, pengelupasan, gelembung udara, lubang jarum, inklusi benda asing, dan tumpahan resin yang dapat mempengaruhi kekuatan dan kemampuan pipa.

5.1.2 Dimensi pipa

Tabel 2 - Rentang ukur diameter dalam (ID) pipa

Satuan imperial	Satuan, SI			
Diameter Nominal (inch)	Diameter Nominal, mm	Rentang ukur diameter dalam, mm		Toleransi diameter, mm
		Minimum	Maksimum	
½	15	13,5	16,5	± 1,5
1	25	23,5	26,5	± 1,5
1 ½	40	38	42	± 1,5
2	50	48	52	± 1,5
3	80	78	82	± 1,5
4	100	97	103	± 1,5
6	150	147	153	± 1,5
8	200	196	204	± 1,5
10	250	246	255	± 1,5
12	300	296	306	± 1,8
14	350	346	356	± 1,8
16	400	396	408	± 2,4
18	450	446	458	± 2,4
20	500	496	510	± 3,0
24	600	595	612	± 3,6
28	700	695	714	± 4,2
32	800	795	816	± 4,2
36	900	895	918	± 4,2
40	1000	995	1020	± 4,2

Tabel 2 - (Lanjutan)

Satuan imperial	Satuan, SI			
Diameter Nominal (inch)	Diameter Nominal, mm	Rentang ukur diameter dalam, mm		Toleransi diameter, mm
		Minimum	Maksimum	
44	1100	1095	1120	± 4,2
48	1200	1195	1220	± 5,0
54	1400	1395	1420	± 5,0
60	1500	1495	1520	± 5,0
64	1600	1595	1620	± 5,0
72	1800	1795	1820	± 5,0
80	2000	1995	2020	± 5,0
88	2200	2195	2220	± 5,0
96	2400	2395	2320	± 6,0
100	2500	2495	2520	± 6,0
104	2600	2595	2620	± 6,0
112	2800	2795	2820	± 6,0
120	3000	2995	3020	± 6,0
128	3200	3195	3220	± 7,0
136	3400	3395	3420	± 7,0
144	3600	3595	3620	± 7,0

CATATAN:

- Ukuran diameter pipa ½ inch sampai 6 inch mengacu pada standar BS 6464: 1984;
- Panjang efektif pipa adalah panjang pipa keseluruhan yang diukur antara satu ujung ke ujung yang lain;
- Panjang efektif dapat diajukan berdasarkan persetujuan antara produsen dan konsumen.

Tabel 3 - Tebal nominal pipa

Diameter nominal (inch)	Kelas pipa (mm)								
	C50	C75	C100	C125	C150	C175	C200	C225	C250
½	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
1	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
1 ½	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
2	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,7	4,8
4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,7	5,0	5,4	5,6
6	4,3	4,3	4,3	4,6	5,2	5,7	6,2	6,8	7,1
8	4,3	4,3	4,6	5,3	6,0	6,8	7,5	8,2	8,6
10	4,3	4,7	5,2	6,0	6,9	7,8	8,7	9,6	10,1
12	4,3	5,2	5,7	6,7	7,8	8,9	9,9	11,0	11,6
14	4,3	5,6	6,2	7,4	8,7	9,9	11,2	12,4	13,1
16	4,6	6,0	6,7	8,1	9,5	11,0	12,4	13,8	14,6
18	4,9	6,5	7,2	8,8	10,4	12,0	13,6	15,2	16,1
20	5,1	6,9	7,8	9,5	11,3	13,1	14,9	16,7	17,6
24	5,7	7,8	8,8	10,9	13,0	15,2	17,3	19,5	20,6
28	6,2	8,6	9,8	12,3	14,8	17,3	19,8	22,3	23,6
32	6,7	9,5	10,9	13,7	16,5	19,4	22,2	25,1	26,6
36	7,2	10,4	11,9	15,1	18,3	21,5	24,7	27,9	29,6
40	7,7	11,2	13,0	16,5	20,0	23,6	27,2	30,8	32,6
44	8,3	12,1	14,0	17,9	21,8	25,7	29,6	33,6	35,6
48	8,8	13,0	15,1	19,3	23,5	27,8	32,1	36,4	38,6
54	9,6	14,3	16,6	21,4	26,1	31,0	35,8	40,6	43,1
60	10,3	15,6	18,2	23,5	28,8	34,1	39,5	44,9	47,6
64	10,9	16,4	19,2	24,9	30,5	36,2	41,9	47,7	50,6
72	11,9	18,2	21,3	27,6	34,0	40,4	46,9	53,3	56,6
80	12,9	19,9	23,4	30,4	37,5	44,6	51,8	59,0	62,6
88	14,0	21,6	25,5	33,2	41,0	48,8	56,7	64,6	68,6
96	15,0	23,4	27,6	36,0	44,5	53,0	61,6	70,3	74,6
100	15,5	24,2	28,6	37,4	46,2	55,1	64,1	73,1	77,6
104	16,0	25,1	29,7	38,8	48,0	57,2	66,6	75,9	80,6
112	17,1	26,8	31,7	41,6	51,5	61,5	71,5	81,6	86,6
120	18,1	28,6	33,8	44,4	55,0	65,7	76,4	87,2	92,6
128	19,2	30,3	35,9	47,2	58,5	69,9	81,3	92,9	98,6
136	20,2	32,0	38,0	49,9	62,0	74,1	86,3	98,5	104,7
144	21,2	33,8	40,1	52,7	65,5	78,3	91,2	104,1	110,7

5.2 Sifat fisika

5.2.1 Uji tekan air (hidrostatik)

Tabel 4 - Kategori uji hidrostatik

Kelas pipa	Jangka Panjang	Jangka Pendek
	Nilai perhitungan minimum untuk tekanan hidrostatik jangka panjang, psi (kPa)	Tekanan uji hidrostatik minimum psi (kPa)
C50	90(621)	100 (689)
C75	135(931)	150 (1034)
C100	180(1241)	200 (1379)
C125	225(1551)	250 (1723)
C150	270(1862)	300 (2068)
C175	315(2172)	350 (2412)
C200	360(2482)	400 (2723)
C225	405(2792)	450 (3102)
C250	450(3103)	500 (3445)

5.2.2 Uji kekakuan

Nilai kekakuan pipa pada defleksi 5% sesuai Tabel 5.

Tabel 5 - Kekakuan minimal pada defleksi 5%

Diameter nominal, inch	Kekakuan pipa, psi (kPa)			
	Rancangan			
	A	B	C	D
< 8	-	-	-	72 (496)
8	-	-	36 (248)	72 (496)
10	-	18 (124)	36 (248)	72 (496)
≥ 12	9 (62)	18 (124)	36 (248)	72 (496)

5.2.3 Kuat tarik melintang

Tabel 6 - Kuat tarik melintang minimal

Diameter nominal, inch	Satuan metrik								
	Kuat tarik melintang, kN/m								
	C50	C75	C100	C125	C150	C175	C200	C225	C250
½	8,8	13,2	17,6	22,0	26,4	30,8	35,2	39,6	44,0
1	17,6	26,4	35,2	44,0	52,8	61,6	70,4	79,1	87,9
1 ½	26,4	39,6	52,8	66,0	79,1	92,3	105,5	118,7	131,9
2	35,2	52,8	70,4	87,9	105,5	123,1	140,7	158,3	175,9
3	52,8	79,1	105,5	131,9	158,3	184,7	211,1	237,4	263,8
4	70,4	105,5	140,7	175,9	211,1	246,2	281,4	316,6	351,8
6	105,5	158,3	211,1	263,8	316,6	369,3	422,1	474,9	527,6
8	140,7	211,0	281,4	351,7	422,1	492,4	562,8	633,1	703,4
10	175,9	263,8	351,7	439,7	527,6	615,5	703,4	791,4	879,3
12	211,0	316,6	422,1	527,6	633,1	738,6	844,1	949,7	1055,2
14	246,2	369,3	492,4	615,5	738,6	861,7	984,8	1107,9	1231,0
15	263,8	395,7	527,6	659,5	791,4	923,3	1055,2	1187,1	1319,0
16	281,4	422,1	562,8	703,4	844,1	984,8	1125,5	1266,2	1406,9
18	316,6	474,8	633,1	791,4	949,7	1107,9	1266,2	1424,5	1582,8
20	351,7	527,6	703,4	879,3	1055,2	1231,0	1406,9	1582,8	1758,6
21	369,3	554,0	738,6	923,3	1107,9	1292,6	1477,2	1661,9	1846,6
24	422,1	633,1	844,1	1055,2	1266,2	1477,2	1688,3	1899,3	2110,3
27	474,8	712,2	949,7	1187,1	1424,5	1661,9	1899,3	2136,7	2374,1
30	527,6	791,4	1055,2	1319,0	1582,8	1846,6	2110,3	2374,1	2637,9
33	580,3	870,5	1160,7	1450,9	1741,0	2013,6	2321,4	2611,6	2901,7
36	633,1	949,7	1266,2	1582,8	1899,3	2215,9	2532,4	2849,0	3165,5
39	685,9	1028,8	1371,7	1714,7	2057,6	2400,5	2743,4	3086,4	3429,3
42	738,6	1107,9	1477,2	1846,6	2215,9	2585,2	2954,5	3323,8	3693,1
45	791,4	1187,1	1582,8	1978,4	2374,1	2769,8	3165,5	3561,2	3956,9
48	844,1	1266,2	1688,3	2110,3	2532,4	2954,5	3376,6	3798,6	4220,7
54	949,7	1424,5	1899,3	2374,1	2849,0	3323,8	3798,6	4273,4	4748,3
60	1055,2	1582,8	2110,3	2637,9	3165,5	3693,1	4220,7	4748,3	5275,9
66	1160,7	1741,0	2321,4	2901,7	3482,1	4062,4	4642,8	5223,1	5803,4
72	1266,2	1899,3	2532,4	3165,5	3798,6	4431,7	5064,8	5697,9	6331,0
78	1371,7	2057,6	2743,4	3429,3	4115,2	4801,0	5486,9	6172,8	6858,6
84	1477,2	2215,9	2954,5	3693,1	4431,7	5170,3	5909,0	6647,6	7386,2
90	1582,8	2374,1	3165,5	3956,9	4748,3	5539,7	6331,0	7122,4	7913,8
96	1688,3	2532,4	3376,6	4220,7	5064,8	5909,0	6753,1	7597,2	8441,4
102	1793,8	2690,7	3587,6	4484,5	5381,4	6278,3	7175,2	8072,1	8969,0
108	1899,3	2849,0	3798,6	4748,3	5697,9	6647,6	7597,2	8546,9	9496,6
120	2110,3	3165,5	4220,7	5275,9	6331,0	7386,2	8441,4	9496,6	10551,0
132	2321,4	3482,1	4642,8	5803,4	6964,1	8124,8	9285,5	10446,2	11606,9

Tabel 6 - (lanjutan)

Diameter nominal, inch	Satuan metrik								
	Kuat tarik melintang, kN/m								
	C50	C75	C100	C125	C150	C175	C200	C225	C250
144	2532,4	3798,6	5064,8	6331,0	7597,2	8863,4	10129,7	11395,9	12662,1

CATATAN: Nilai dalam Tabel ini sama dengan 2 PD dimana P adalah kelas tekanan (Psi) dan D adalah diameter nominal (inch).

5.2.4 Kuat tarik memanjang

Tabel 7 - Kuat tarik memanjang

Diameter nominal, inch.	Kuat tarik arah memanjang minimal, per satuan keliling		Kuat tekan arah memanjang minimal, per satuan keliling	
	Lbf/in.	(kN/m)	Lbf/in.	(kN/m)
½	580	(102)	580	(102)
1	580	(102)	580	(102)
1 ½	580	(102)	580	(102)
2	580	(102)	580	(102)
3	580	(102)	580	(102)
4	580	(102)	580	(102)
6	580	(102)	580	(102)
8	580	(102)	580	(102)
10	580	(102)	580	(102)
12	580	(102)	580	(102)
14	580	(102)	580	(102)
15	580	(102)	580	(102)
16	580	(102)	580	(102)
18	580	(102)	580	(102)
20	580	(102)	580	(102)
21	580	(102)	580	(102)
24	580	(102)	580	(102)
27	580	(102)	580	(102)
30	580	(102)	580	(102)
33	640	(111)	640	(111)
36	700	(122)	700	(122)
39	780	(137)	780	(137)
42	800	(140)	800	(140)
45	860	(150)	860	(150)
48	920	(161)	920	(161)
51	980	(171)	980	(171)
54	1040	(182)	1040	(182)
60	1140	(200)	1140	(200)
66	1260	(220)	1260	(220)
72	1360	(238)	1360	(238)

Tabel 7 - (lanjutan)

Diameter nominal, inch.	Kuat tarik arah memanjang minimal, per satuan keliling		Kuat tekan arah memanjang minimal, per satuan keliling	
	Lbf/in.	(kN/m)	Lbf/in.	(kN/m)
78	1480	(260)	1480	(260)
84	1600	(280)	1600	(280)
90	1720	(301)	1720	(301)
96	1840	(322)	1840	(322)
102	1940	(340)	1940	(340)
108	2060	(360)	2060	(360)
114	2180	(382)	2180	(382)
120	2280	(400)	2280	(400)
132	2520	(440)	2520	(440)
144	2740	(480)	2740	(480)

6 Pengambilan contoh

Pengambilan contoh untuk inspeksi mengacu MIL-STD-105E, "Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes". Untuk keperluan uji sifat tampak dan ukuran (kecuali uji yang dirusak) ditentukan tingkat inspeksi (*Inspection level*) level II dari Tabel 1 MIL-STD-105E, dan untuk keberterimaan Lot ditentukan dengan *Acceptance Quality Level* (AQL) = 6,5% dari Tabel II-A MIL-STD-105E.

Ringkasan pengambilan contoh sesuai Tabel 9.

Tabel 8 - Pengambilan contoh untuk inspeksi

Jumlah lot	Kode huruf ukuran contoh	Jumlah contoh	Jumlah kegagalan dengan AQL = 6,5 %	
			Diterima	Ditolak
2 s.d 8	A	2	0	1
9 s.d 15	B	3	0	1
16 s.d 25	C	5	1	2
26 s.d 50	D	8	1	2
51 s.d 90	E	13	2	3
91 s.d 150	G	20	3	4
151 s.d 280	H	32	5	6
281 s.d 500	I	50	7	8
501 s.d 1200	J	80	10	11
1201 s.d 3200	K	125	14	15
3201 s.d 10000	L	200	21	22

Pengambilan contoh pipa fiberglass untuk pengujian yang dirusak (*destructive test*) sesuai dengan parameter uji pada subpasal 5.2 sebanyak minimal 2 batang pipa dari contoh yang diambil sesuai Tabel 9.

7 Metode uji

7.1 Bahan

Bahan pipa fiberglas diidentifikasi berdasarkan perpaduan bahan baku resin, penguat, pewarna, bahan pengisi dan bahan lainnya sebagai dasar untuk menentukan jenis dan klasifikasi.

7.2 Sifat tampak

Pengujian sifat tampak dilakukan dengan cara mengamati secara visual.

7.2.1 Uji ukuran dan dimensi

Untuk uji ukuran dan toleransi dilakukan dengan alat ukur sebagai berikut:

7.2.1.1 Panjang pipa

Panjang pipa diukur dengan rol meter dengan resolusi dan ketelitian 1 mm.

7.2.1.2 Diameter dalam dan diameter luar pipa

- a. Peralatan uji
 - Jangka sorong dengan resolusi dan ketelitian 0,01 mm, atau
 - Pita meter (*circumference tape*) dengan resolusi dan ketelitian 0,01 mm.
- b. Prosedur uji
 - Ukur diameter dalam atau diameter luar pipa pada penampang kedua ujung pipa sebanyak minimum 8 titik pengamatan;
 - hitung nilai rata-ratanya (dibulatkan menjadi kelipatan 0,1 mm).

7.2.1.3 Tebal dinding pipa

- a. Peralatan uji
 - Mikrometer dengan resolusi dan ketelitian 0,01 mm, atau
 - *Dial indicator* dengan resolusi dan ketelitian 0,01 mm.
- b. Prosedur uji
 - Ukur tebal dinding pipa pada penampang kedua ujung pipa sebanyak minimum 8 titik pengamatan;
 - Hitung nilai rata-ratanya (dibulatkan menjadi kelipatan 0,05 mm).

7.3 Uji kuat tarik melintang (*short-term rupture hoop strength method*).

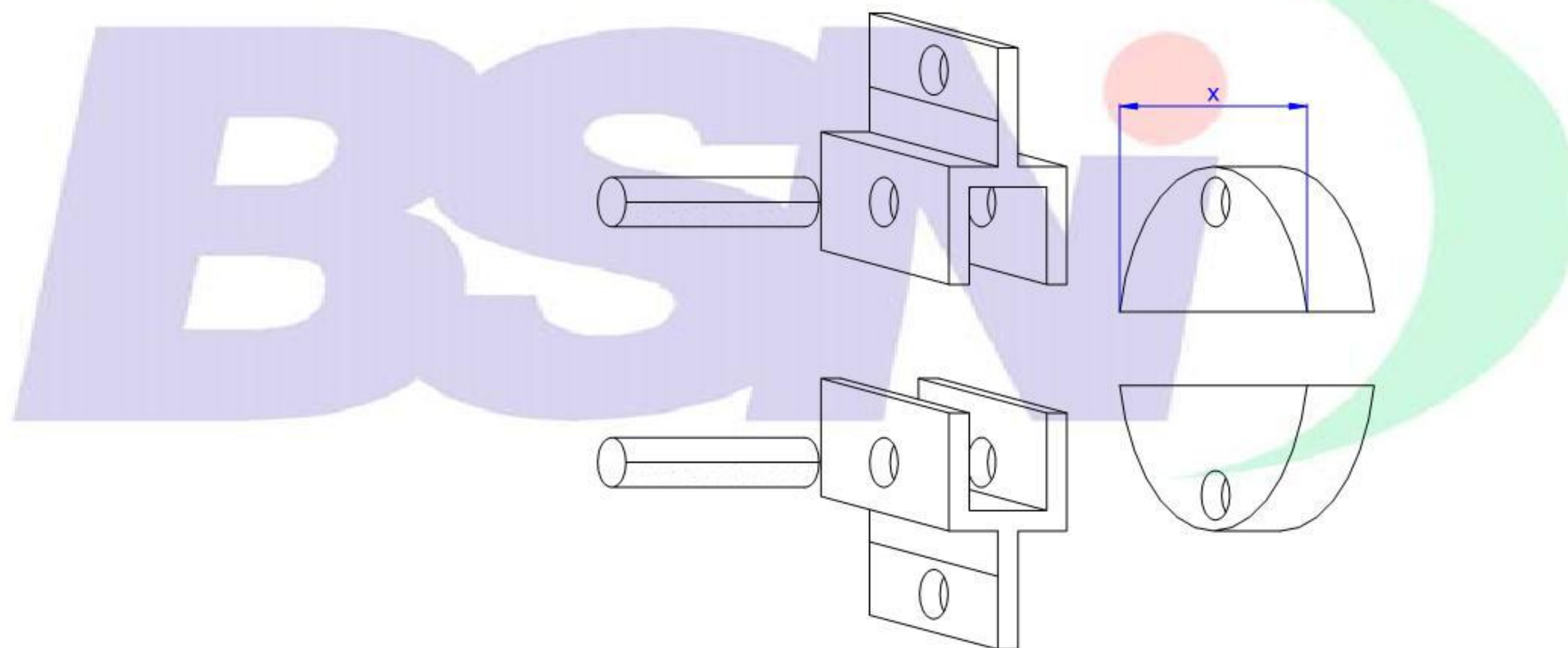
7.3.1 Uji tegangan melintang dengan metoda hidrostatik jangka pendek dilakukan sesuai ASTM D 2992.

- a. Peralatan uji
 - Penutup ujung-ujung pipa (*closure*) yang dilengkapi dengan lubang pengisi dan pembuang tekanan air.
 - Alat uji tekan air (pompa hidrostatik) yang dilengkapi dengan alat ukur tekanan yang mempunyai ketelitian 1% dan mampu memberikan kecepatan tekanan maksimal hingga pecah dalam waktu 60 detik hingga 70 detik.

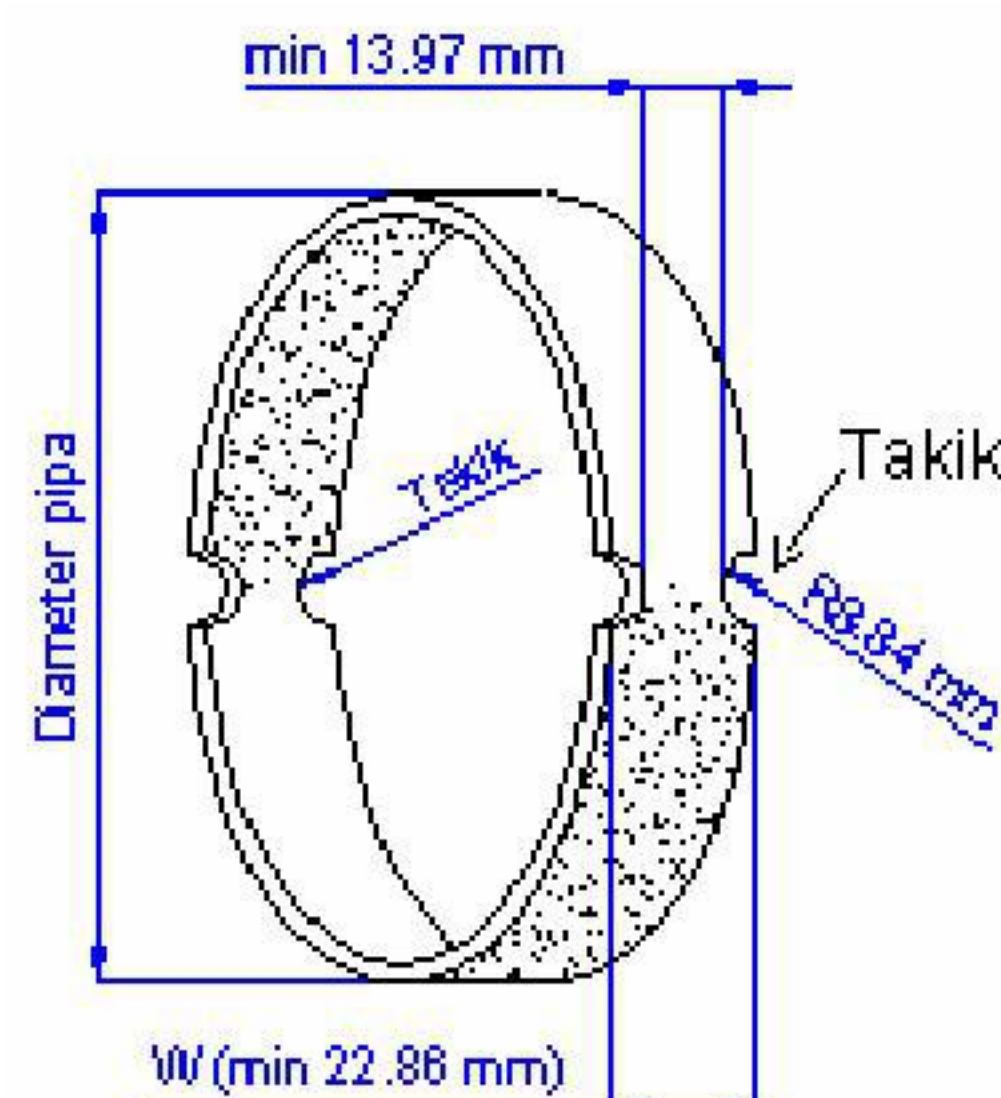
- b. Persiapan benda uji
Buat benda uji untuk pengujian tekan air dengan panjang minimal 3 kali diameter luar nominal pipa atau sekurang-kurangnya 250 mm dan ukuran ini tidak termasuk panjang kedua penutup ujung pipa.
- c. Prosedur uji
- Pasang kedua penutup ujung pipa pada benda uji, kemudian rangkaikan benda uji tersebut pada alat uji tekan air;
 - Berikan tekanan hingga benda uji pecah dalam waktu 60 detik hingga 70 detik;
 - Amati dan catat nilai tekanan maksimal saat pecah;
 - Lakukan pengujian ini sebanyak 3 batang pipa, kemudian hitung nilai rata-rata tekanan pecah maksimalnya.

7.3.2 Uji tegangan melintang dengan metoda cakram takik sesuai ASTM D 2290.

- a. Peralatan uji
- Jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm;
 - Sepasang klem penjepit ujung pipa;
 - Mesin uji tarik dengan ketelitian 1%;
 - Mistar baja ketelitian 1 mm;
 - Indikator perpanjangan dengan ketelitian 0,002 mm;
 - Alat bantu radius takik benda uji (lihat Gambar 2).



Gambar 2 – Alat bantu radius takik



Gambar 3 - Benda uji cincin takik

- b. Persiapan batang uji
 - Buat batang uji tarik bentuk cincin takik (lihat Gambar 3)
 - Ukur lebar (w)
 - Pasangkan kedua alat bantu radius tarik yang dilengkapi dengan tangkai tarik dari bahan baja kelas tinggi tersebut pada batang uji pipa.
- c. Cara pengujian
 - Pasang dan jepit tangkai tarik yang telah dipasang benda uji ke dalam mesin uji;
 - Lakukan penarikan setiap batang uji dengan kecepatan 5 mm/menit – 12,7 mm/menit;
 - Amati dan catat kekuatan beban maksimum (F);
 - Hitung kuat tarik melintang (σ_t);
 - Hitung rata-rata nilai kuat tarik.

Cara perhitungan :

- a. Kuat tarik (σ_t).

$$\sigma_t = F/2w \quad \text{N/mm}$$

Keterangan:

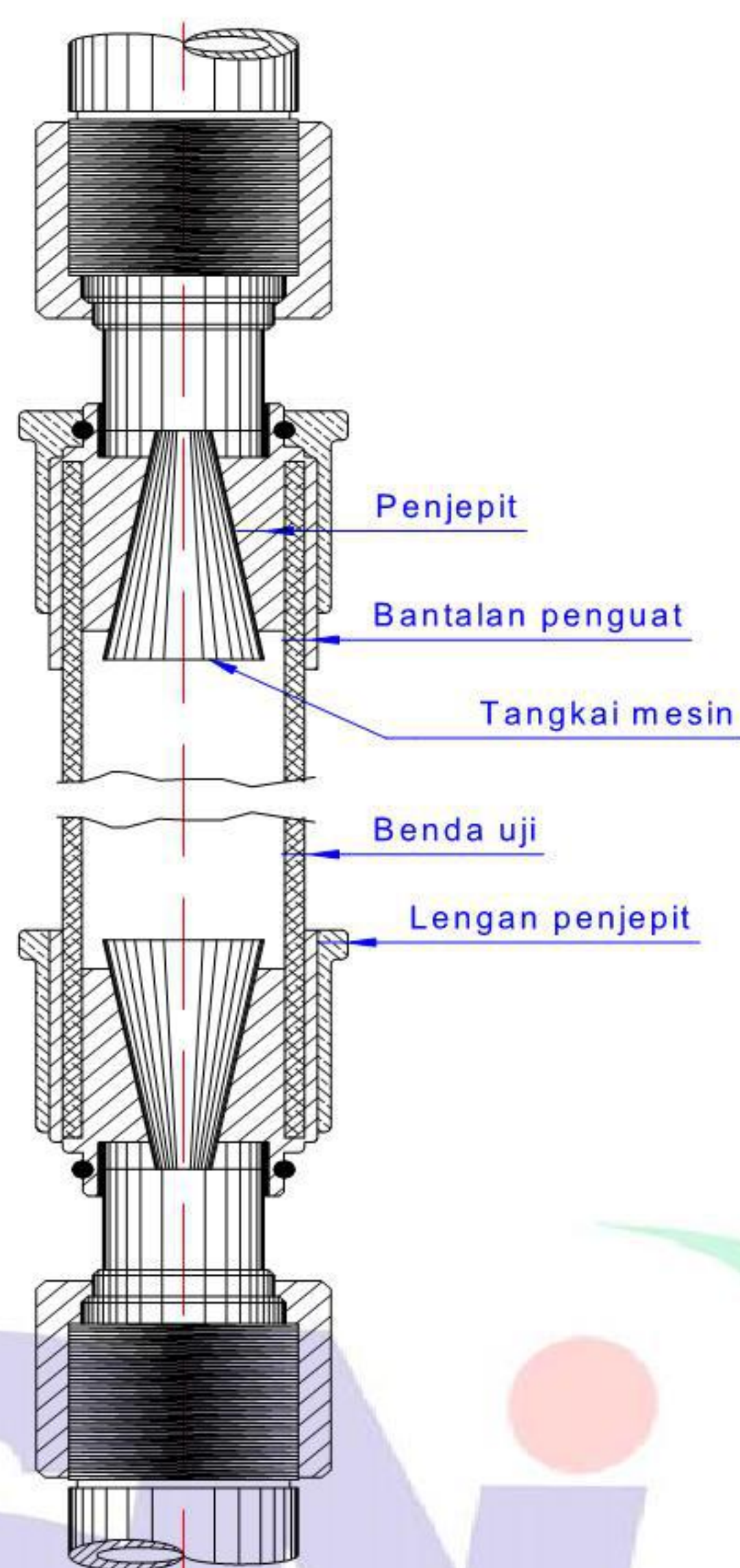
F adalah beban putus maksimum, N.

w adalah lebar penampang batang uji bagian takik, mm.

7.3.3 Uji kuat tarik arah memanjang (*longitudinal tensile strength*).

7.3.3.1 Uji kuat tarik arah memanjang dilakukan dengan metoda uji tarik aksial (ASTM D 2105).

- a. Peralatan uji
 - Jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm;
 - Sepasang klem penjepit ujung pipa;
 - Mesin uji tarik dengan ketelitian 1%;
 - Mistar baja ketelitian 1 mm;
 - Indikator perpanjangan dengan ketelitian 0,002 mm.
- b. Persiapan batang uji
 - Potong pipa sepanjang 3 kali diameter luar nominal atau sekurang-kurangnya 250 mm dengan tambahan ukuran panjang kedua penjepit (klem) kedua ujung batang uji pipa tersebut sebanyak 3 batang;
 - Ukur diameter dalam, diameter luar atau tebal dinding pipa dari setiap batang uji;
 - Ukur jarak panjang uji (*gauge length*) dengan penandaan untuk regangan sebagai cara untuk menentukan modulus elastisitas, jika diperlukan;
 - Pasangkan kedua penjepit yang dilengkapi dengan tangkai tarik dari bahan baja kelas tinggi tersebut pada kedua ujung batang uji pipa, lihat Gambar 4.



Gambar 4 - Batang uji tarik aksial

c. Prosedur uji

- Jepit batang uji yang telah dilengkapi dengan tangkai tarik kedalam mesin uji;
- Lakukan penarikan setiap batang uji dengan kecepatan 10,2 mm/menit – 12,7 mm/menit;
- Amati dan catat regang tarik pada beban tertentu untuk menentukan nilai modulus elastisitas jika diperlukan, kemudian lanjutkan hingga batang uji patah dan catat kekuatan beban maksimalnya.
- Hitung kuat tarik, modulus elastisitas dan regang putus.
- Hitung rata-rata nilai kuat tarik, modulus elastisitas, dan regang putus.

7.3.4 Uji kuat tarik arah memanjang dilakukan dengan metoda uji tarik aksial (ASTM D 638)

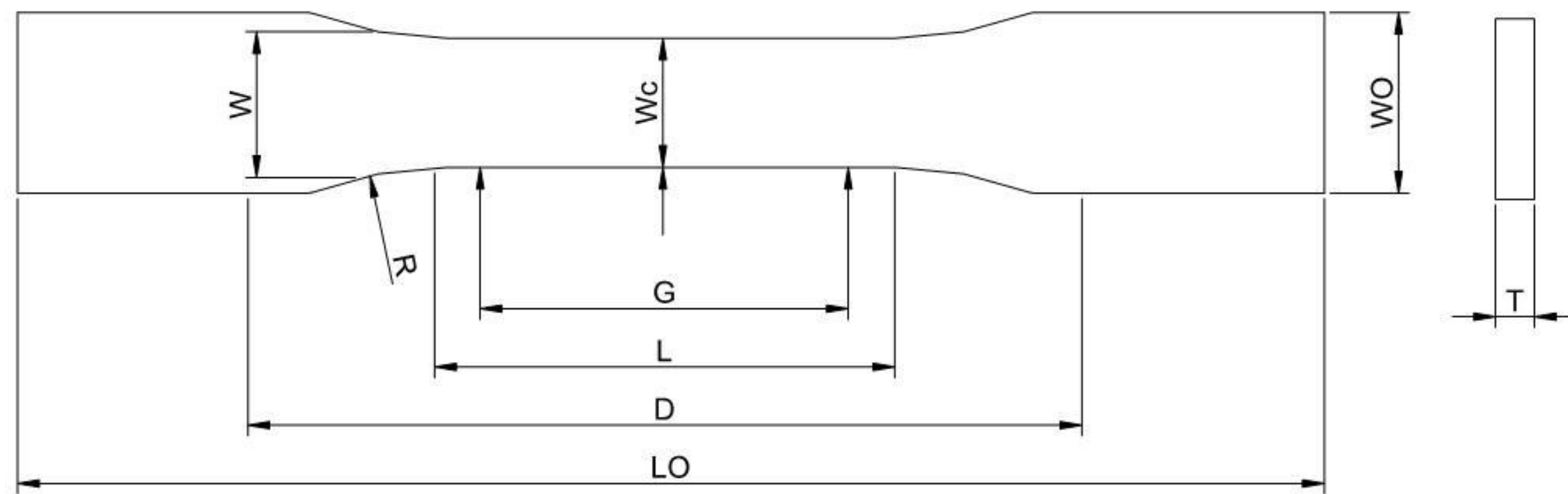
a. Peralatan uji

- Jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm;
- Sepasang klem penjepit ujung batang uji;
- Mesin uji tarik dengan ketelitian 1%;
- Mistar baja ketelitian 1 mm;
- Indikator perpanjangan dengan ketelitian 0,002 mm.

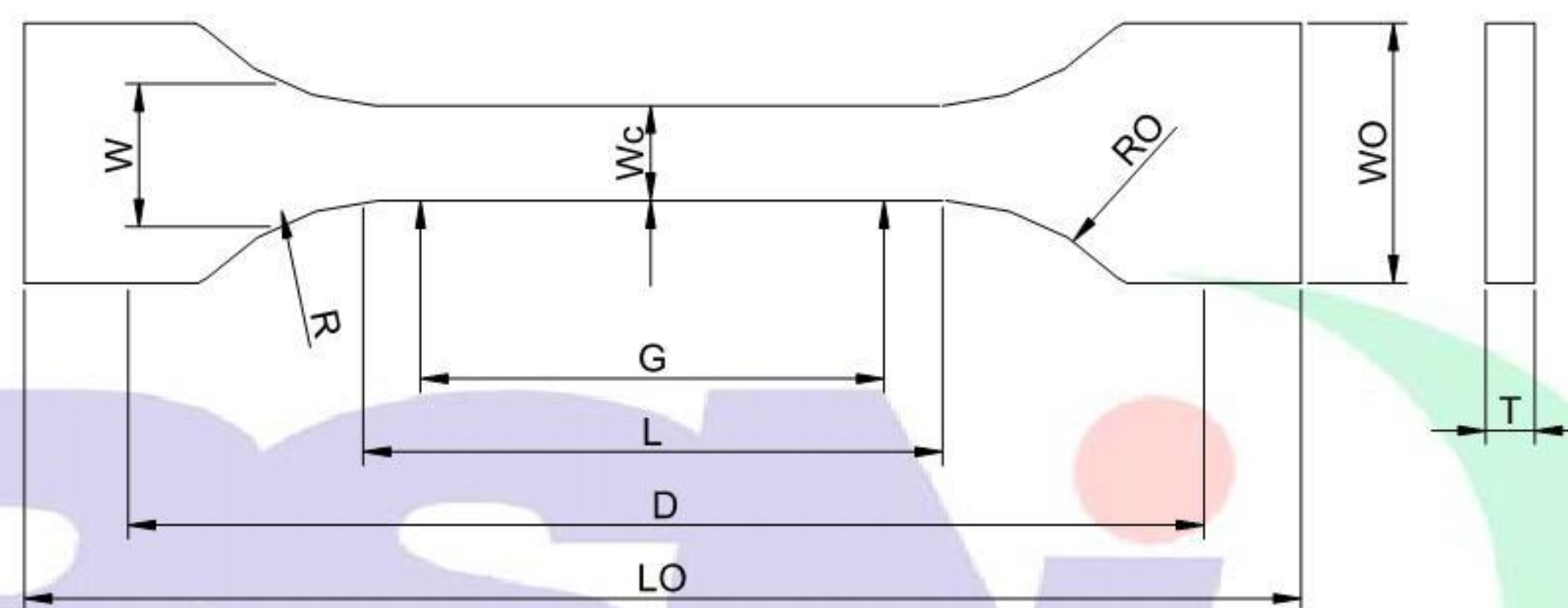
b. Persiapan batang uji.

- Buat batang uji tarik bentuk *dumb-bell* sesuai dengan ukuran yang tertera pada Tabel 10;
- Ukur lebar (w) dan tebal (t) setiap batang uji;

- Ukur jarak panjang uji L_0 (*gauge length*) dengan penandaan untuk menentukan regang sebagai cara untuk modulus elastisitas, jika diperlukan;
- Pasangkan kedua ujung batang uji pada penjepit mesin uji.



TYPES I, II, III & IV



TYPES IV

Gambar 5 - Batang uji tarik bentuk dayung (*Dumb-bell*)

Tabel 10 - Dimensi *Dumb-bell*

Dimensi (lihat Gambar 5)	7(0,28) atau dibawah		Diatas 7 s/d 14 (0,28 – 0,55) inch	4(0,16) atau dibawah		Toleransi
	Type I	Type II	Type III	Type V ^B	Type V ^{CD}	
W-Lebar daerah miring ^{E,F}	13(0,5)	6(0,25)	19(0,75)	6(0,25)	3.18(0,125)	±0,5 (±0,02) ^{B,C}
L-Lebar daerah miring	57(2,25)	57(2,25)	57(2,25)	33(1,30)	9.53(0,375)	±0,5 (±0,02) ^C
WO-Lebar keseluruhan ^G	19(0,75)	19(0,75)	29(1,13)	19(0,75)	----	+6,4 (+0,25)
WO-Lebar keseluruhan ^G	----	----	----	----	9.53(0,375)	+3,18 (+0,125)
LO-Panjang keseluruhan ^H	165(6,5)	183(7,2)	246(9,7)	115(4,5)	63,5(2,5)	Tidak terbatas
G-Panjang daerah uji ^I	50(2,00)	50(2,00)	50(2,00)	----	7,62(0,300)	±0,25 (±0,01) ^C
G-Panjang daerah uji ^I	----	----	----	25(1,00)	----	±0,13 (±0,005)
D-Jarak antara grip	115(4,5)	135(5,3)	115(4,5)	65(2,5)	25,4(1,00)	±5 (±0,2)
R-Radius fillet	76(3,00)	76(3,00)	76(3,00)	14(0,56)	12,7(0,5)	±1 (±0,04) ^C
RO-Radius luar (Type IV)	----	----	----	25(1,00)	----	±1 (±0,04)

CATATAN:

^A Tebal batang uji, T, berkisar 3,2 +/- 0,4 mm (0.13 +/- 0,02 in.) berlaku untuk semua tipe batang uji cetak dan batang uji cetak tipe I & II yang lainnya kalau keadaan mengizinkan. Kalau batang uji berupa lembaran atau plat hasil bentukan mesin, tebal T, boleh jadi tebal dari lembaran atau plat yang disediakan disini tidak boleh melebihi kisaran yang dinyatakan untuk tipe batang uji dimaksud. Untuk lembaran dengan tebal nominal lebih dari 14 mm (0,55 in.), batang uji harus dibentuk terlebih dahulu dengan mesin sampai mencapai tebal 14 +/- 0,4 mm (0,55 +/- 0,02 in.) untuk penggunaan sebagai batang uji Tipe III. Untuk lembaran dengan tebal *nominal* diantara 14 dan 51 mm (0,55 dan 2 in.) kira-kira jumlah yang sama harus dibuang dengan mesin pada masing-masing permukaannya. Untuk lembaran lebih tebal, kedua permukaan batang uji harus dibentuk terlebih dahulu dengan mesin dan penempatan batang uji dengan merujuk ke tebal asal lembaran tersebut harus dicatat. Toleransi dengan tebal kurang dari 14 mm (0,55 in.) harus menjadi standar untuk tingkat *grade* dari material yang diuji.

^B Untuk batang uji Tipe IV, lebar dalam pada bagian sempit dari cetakan *die* harus berukuran 6,00 +/- 0,05 mm (0,250 +/- 0,002 in.). Dimensi tersebut adalah hal mendasar pada *Die C* dalam Metode Uji D 412.

^C Batang uji Tipe V harus dibentuk terlebih dahulu dengan mesin atau dipotong dengan *die* sampai mencapai dimensi yang ditunjuk, atau dicetak dengan cetakan *mold* yang ber-*cavity* sesuai dengan dimensi-dimensi ini. Dimensi-dimensi ini harus menjadi :

W = 3,18 6 +/- 0,03 mm (0,125 +/- 0,001 in.),
L = 9,53 +/- 0,08 mm (0,375 +/- 0,003 in.),
G = 7,62 +/- 0,02 mm (0,300 +/- 0,001 in.), dan
R = 12,7 +/- 0,08 mm (0,500 +/- 0,003 in.).
Toleransi lainnya tercantum dalam *table*.

^D Data pendukung dengan masuknya batang uji L dalam Metode Uji D 1822 sebagai batang uji Tipe V dapat diperoleh dari *ASTM Headquarters. Request RR:D20-1038*.

^E Lebar di tengah batang uji Wc harus +0,00 mm, -0,10 mm (+0,000 in., -0,004 in.) dibandingkan dengan lebar W pada bagian lainnya disepanjang bagian yang mengalami penyempitan *reduced*. Setiap penyempitan W di tengah harus secara bertahap dan sama pada masing-masing sisi sehingga tidak terjadi perubahan yang menyolok pada dimensi.

^F Untuk batang uji cetak *molded*, penirusan *draft* yang tidak melebihi 0,13 mm (0,005 in.) diperbolehkan untuk batang uji Tipe I atau Tipe II yang mempunyai tebal 3,2 mm (0,13 in.) dan harus dipertimbangkan saat menghitung lebar batang uji. Dengan begitu bagian yang khusus dari batang uji cetak Tipe I yang mempunyai maksimum *draft* yang diperbolehkan menjadi sebagai berikut :

^G Lebar keseluruhan yang lebih besar dari nilai minimum yang ditunjukkan boleh jadi diinginkan untuk beberapa material dengan maksud mencegah patahnya batang uji di cengkaman *grips*.

^H Panjang keseluruhan yang lebih besar dari nilai minimum yang ditunjukkan boleh jadi diinginkan untuk mencegah patahnya batang uji di cengkaman *grips*. atau memenuhi persyaratan-persyaratan uji tertentu.

ⁱ Tanda pada batang uji atau rentang *span* awal dari *extensometer*.

^j Saat cengkam pengencangan-diri *self-tightening grips* digunakan untuk polimer-polimer yang mempunyai regangan tinggi *highly extensible*, jarak antar cengkaman tergantung pada tipe cengkaman yang digunakan dan jarak ini bukan merupakan hal yang penting *critical* selama dapat dipertahankan merata ketika tipe ini dipakai.

c. Cara pengujian

- Jepit setiap batang uji pada penjepit mesin uji tarik;
- Pasangkan *strain gauge*/ekstensiometer dan atur kalibrasinya untuk menentukan nilai modulus elastisitas, jika diperlukan;
- Lakukan penarikan setiap batang uji dengan kecepatan sesuai pada Tabel 11;
- Amati dan catat regang tarik pada beban tertentu (L_e) untuk menentukan nilai modulus elastisitas jika diperlukan, kemudian lanjutkan hingga batang uji patah dan catat kekuatan beban maksimum (F) dan regang putus (ΔL);
- Ukur lebar penampang (w), hitung kuat tarik (σ_t), modulus elastisitas (E) dan regang putus (ΔL);
- Hitung rata-rata nilai kuat tarik, modulus elastisitas, dan regang putus.

Tabel 11 - Kecepatan uji tarik

Klasifikasi	Tipe Spesimen	Kecepatan uji mm/min	nilai tarikan nominal pada awal uji, inch/inch.min
Rigid dan semi rigid	I,II,III batang dan tabung	5 $\pm 25\%$	2,5
		50 $\pm 10\%$	25
		500 $\pm 10\%$	250
	IV	5 $\pm 25\%$	3,75
		50 $\pm 10\%$	37,5
		500 $\pm 10\%$	375
	V	1 $\pm 25\%$	2,5
		10 $\pm 25\%$	25
		100 $\pm 25\%$	250
Tidak rigid	III	50 $\pm 10\%$	25
		500 $\pm 10\%$	250
	IV	50 $\pm 10\%$	37,5
		500 $\pm 10\%$	375

Cara perhitungan :

- a. Kuat tarik (σ_t).

$$\sigma_t = F/w \quad \text{N/mm}$$

Keterangan:

F adalah beban putus maksimum, N
w adalah lebar penampang batang uji, mm

- b. Regang putus (ΔL).

$$\Delta L = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \times 100, \quad \%$$

Keterangan:

L_0 adalah panjang ukur awal, mm
 L_1 adalah panjang ukur saat patah, mm

- c. Modulus elastisitas (E)

$$E = \sigma_e / \epsilon, \quad \text{N/mm}$$

Keterangan:

σ_e adalah tegangan tarik pada daerah elastis (F_e/w), N/mm
 ΔL_e adalah perpanjangan pada daerah elastis, mm
E adalah regang pada daerah elastis ($\Delta L_e/L_0$), mm/mm

7.4 Faktor kekakuan

- a. Peralatan uji

- Mesin uji tekan terkalibrasi dengan gerak kecepatan konstan ketelitian 1% dan nilai kecepatan harus $12,5 \pm 0,5$ mm/menit.
- Pelat baja beban sebanyak 2 buah dengan permukaan rata dan bersih. Tebal setiap pelat baja mempunyai ukuran minimum 6 mm dan tidak terjadi lengkungan atau deformasi selama digunakan pengujian. Panjang dan lebar setiap pelat baja harus sama atau melebihi ukuran benda uji dan tidak boleh kurang dari kontak pipa pada saat defleksi maksimum ditambahkan 150 mm.
- Indikator deformasi, perubahan defleksi diameter dalam atau deformasi paralel arah pembebanan harus diukur dengan alat ukur yang mempunyai ketelitian 0,25 mm.

- b. Persiapan benda uji

- Panjang benda uji pipa resin termoseting minimum harus 3 (tiga) kali ukuran diameter nominal pipa atau 300 mm untuk ukuran pipa dengan diameter nominal hingga 1 400 mm.
- Panjang benda uji pipa resin termoseting dengan ukuran diameter nominal lebih dari 1 400 mm, ukuran panjang benda uji harus 20 % dari ukuran diameter nominal dengan ketelitian 25,4 mm.
- Jumlah benda uji minimum 3 batang.

- c. Prosedur uji

- Tentukan dan ukur diameter luar dan diameter dalam dengan ketelitian $\pm 0,2$ mm.
- Tentukan ukuran panjang pipa dengan ketelitian ukuran ± 1 mm.
- Ukur tebal dinding pipa pada setiap penampang benda uji sekurang-kurangnya pada 8 titik pengukuran dengan jarak yang seimbang, kemudian hitung nilai rata-ratanya.

- Gunakan perhitungan nilai rata-rata diameter untuk menentukan persentase defleksi untuk semua benda uji.
- Letakkan bidang benda uji arah memanjang sejajar sumbu bantalan pelat baja pada titik pusat arah menyamping mesin uji.
- Jika orientasi tebal dinding pipa minimal ditemukan, letakkan benda uji pertama sedemikian rupa dengan tebal terkecil berada diatas dan putar posisi benda uji 35° dan 70°. Jika tidak ada ukuran terkecil tebal dinding yang teridentifikasi, maka gunakan garis dasar.
- Letakkan indikator defleksi, kemudian sentuhkan bantalan pelat baja dengan benda uji hingga sedikit beban dan pertahankan pada tempatnya. Pastikan untuk memulai titik pengukuran-pengukuran defleksi berurutan.
- Tekan benda uji dengan kecepatan konstan $12,5 \pm 0,5$ mm/menit.
- Catat pengukuran beban-defleksi secara kontinyu atau secara cepat dengan acuan gerakan relatif bantalan pelat baja. Jika pengukuran dilakukan secara cepat, maka tetapkan dan catat saat pengukuran tidak lebih dari 5 % dari rata-rata diameter luar benda uji.
- Amati dan catat beban dan defleksi saat kejadian pertama dari setiap gejala-gejala yang berarti, dimana dan jika terjadi:
 - a. Lapisan dalam pecah atau retak;
 - b. Dinding pipa pecah;
 - c. Dinding pipa mengelupas;
 - d. Hancur.
- Catat tipe dan posisi dari setiap gejala kerusakan yang berpengaruh terhadap hubungan antara beban dan defleksi, jangan lanjutkan apabila terjadi berikut :
 - a. Beban benda uji gagal bertambah dengan adanya penambahan defleksi (titik maksimum nilai beban-defleksi yang diharapkan telah tercapai).
 - b. Defleksi maksimal telah mencapai 30 % dari rata-rata diameter dalam atau defleksi maksimal yang diperlukan.

d. Cara perhitungan :

d.1 Kekakuan pipa (PS) :

$$PS = F/\Delta_y \quad \text{kPa}$$

Keterangan:

F : adalah beban tekan pada saat defleksi 5 %, N

Δ_y : adalah defleksi dari diameter luar benda uji, mm

d.2 Faktor kekakuan (SF) :

$$SF = 0,149 r^3 \cdot PS \quad \text{Pa.m}^3$$

Keterangan:

r : adalah jari-jari diameter dalam pipa, mm

d.3. Jika diperlukan, perhitungan persentase defleksi pipa (P) dihitung :

$$P = \Delta_y/d \times 100 \quad \%$$

Keterangan:

d : adalah diameter dalam pipa, mm

8 Syarat lulus uji

Pipa dinyatakan memenuhi syarat lulus uji, apabila memenuhi pasal syarat mutu dan pasal 5.

9 Penandaan

Penandaan sekurang-kurangnya mencantumkan:

- nama pabrik pembuat atau merek dagang/logo;
- dimensi (diameter dalam nominal);
- tekanan nominal dan tipe material;
- kelas pipa;
- tanggal produksi atau kode.



Lampiran A

(informatif)

Gasket

Gasket elastomer yang digunakan dengan pipa ini harus memenuhi persyaratan Spesifikasi SNI 06-4828-1998 tentang "Spesifikasi cincin karet sambungan pipa air minum, air limbah dan air hujan", ISO 4633 dan ASTM F477.



Bibliografi

- ASTM C 33 – *Specifications for Concrete Aggregates.*
- ASTM D 695 – *Test for Compressive Properties for Rigid Plastics.*
- ASTM D 883 – *Terminology Relating to Plastics.*
- ASTM D 1600 – *Terminology for Abbreviated Terms Relating to Plastics.*
- ASTM D 2584 – *Test Method for Ignition Loss of Cured Reinforced Resins.*
- ASTM D 3892 – *Practice for Packaging/Packing of Plastics.*
- ASTM D 4161 – *Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe Joints Using Flexible Elastomeric Seals.*
- ASTM F 412 – *Terminology Relating to Plastic Piping Systems.*
- ASTM D 790 – *Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.*
- ISO 1172 – *Textile Glass Reinforced Plastics – Determination of Loss on Ignition.*
- ISO 8572 – *Pipes and fittings made of glass-reinforced thermosetting plastics (GRP).*
- NSF Standard No. 14 – *for Plastics Piping Components and Related Materials.*
- MIL-STD-105E – *Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes.*
- BS 6464:1984 – *Specification for Reinforced Plastics pipes, fittings and joints for process plants.*









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.go.id